Archive of SID

قابل دسترس در نشانی: http://jips.ippi.ac.ir

مجله علوم و تکنولوژی پلیمر،
سال بیستم، شماره ۴، صفحه ۳۸۰-۳۶۹، ۱۳۸۶
ISSN : 1016-3255

مقایسه روش‌های مختلف سنگ شویی جین با روش های پوکه معدنی، سلولاز اسیدی و خنثی

مجید منتظر *[۱]، علی صادقیان مریان

۱ ـ تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۴۱۳

۲ ـ تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، کدپستی ۱۴۱۸۷۶۱۱۳۵

دریافت: ۸۵/۹/۱۹، پذیرش: ۸۶/۳/۲۰

چکیده

سنگ شویی جین یکی از عملیات تکمیلی مهم است که امروزه به جهت ایجاد طرح ویژه و روزآمد شدن پوشاک کاربرد وسیعی پیدا کرده است. در تحقیق حاضر، روش‌های مختلف سنگ‌شویی شامل استفاده از مقادیر مختلف پوکه معدنی، آنزیم سلولاز خنثی و آنزیم سلولاز اسیدی به تنهایی و به همراه پوکه معدنی به کار گرفته شده و ویژگی‌های نمونه‌های جین سنگ‌شویی شده مورد مقایسه قرار گرفته است. تغییر رنگ کالاهای حاصل به وسیله رنگ‌سنجی روی کالا و پشت کالا و همچنین لکه‌گذاری آستر جیب با اندازه‌گیری سفیدی و تغییر رنگ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به علاوه، مقاومت سایشی و استحکام کششی به همراه زاویه بازگشت از چروک برای همه نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و میزان بلورینگی نیز محاسبه و طیف‌های آنها ارائه شده است. ساختار سطحی نمونه‌های عمل‌آوری شده در دو حالت لیفی و پارچه‌ای به وسیله میکروسکوپ الکترونی (SEM) مشاهده شده است. نتایج نشان می‌دهد، پوکه معدنی به تنهایی به میزان یک برابر وزن جین در مقایسه با سلولازها در عملیات سنگ‌شویی تغییر رنگ کمی داشته و همراهی آن با سلولاز تغییر رنگ را افزایش داده است. همچنین، میزان سفیدی آستر جیب نمونه‌های عمل آوری شده با سلولازها کمتر از پوکه معدنی بوده است. سلولاز خنثی مورد استفاده در مقایسه با سلولاز اسیدی در عملیات سنگ‌شویی با تغییر رنگ بیشتری روی سطح کالا و لکه‌گذاری کمتری در پشت کالا و آستر مواجه بوده است. به علاوه آسیب سطحی پارچه جین در ترکیب پوکه با آنزیم بیشتر شده ولی این آسیب کاملاً سطحی بوده است.

واژه‌های کلیدی

سنگ‌شویی، جین، سلولاز، پوکه معدنی، لکه‌گذاری

* مسئول مکاتبات، پیام‌نگار:
tex5mm@cic.aut.ac.ir

Comparison of Different Methods of Denim Stone Washing by Pumice Stone, Acid Cellulases and Neutral Cellulases

M. Montazer[1] and A. Sadeghian Maryan[2]

1. Amirkabir University of Technology, P.O. Box: 15875/4413, Tehran, Iran

2. South Tehran Branch, Islamic Azad University, Postal Code: 1418761135, Tehran, Iran

Abstract

Denim is a casual garment normally used by young people and extremely influential in shaping the fashion industry. Among various garments, these garments are subjected to innovations. This work is an attempt to compare the different methods of stone washing using pumice stones, acid cellulases and neutral cellulases or in combination of these methods. The effects of different processing conditions on the garment are compared and reported. Color differences of samples are probed by reflective colorimeter on the front side as well as the backside and also the white pocket of the garment. The abrasion resistance, tensile strength and crease recovery angle of samples are also reported. The XRD spectra are used to calculate the crystalline degrees of the selected samples. Moreover, fiber surfaces of some treated samples have been observed by SEM. The results indicate that treatment of denim with pumice stone with equal weight of garment causes a small color differences. The addition of cellulases to the washing, however, accelerates the color fading. Also, lower staining observed on the white pocket when the garment was treated with cellulases. However, the neutral cellulases increase the garment fading and decrease the staining on the white pocket. It is also observed that pumice stone with cellulases damages the fabric surface, although it is of a minimal damage.

Key Words

denim washing, jeans, cellulase, pumice stone, backstaining

(*) To whom correspondence should be addressed.
E-mail: tex5mm@cic.aut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پارچه جین دارای بافت سرژه با نخ تار رنگی ایندیگو آبی و نخ پود سفید یا تینت شده بافته می شود [۱]. عمل سایش در سنگ شویی با پوکه معدنی (pumice stone) در ماشین شستشو در حضور یا بدون حضور اکسیدکننده، مانند پرمنگنات پتاسیم انجام می شود. این عملیات منجر به رنگ زدایی شده و می تواند با کاهش استحکام پارچه تا حد مجاز همراه باشد. اثر سنگ شویی روی جین می تواند با استفاده از آنزیم سلولاز به تنهایی یا به همراه پوکه معدنی نیز ایجاد شود. سطح پارچه نقش مهمی را در رنگ زدایی آنزیمی الیاف سلولوزی بازی می کند. عمل مکانیکی بیرونی ترین لایه های بلوری سلولوزی را تحت تاثیر قرار می دهد، از این رو قسمت های قابل دسترس سلولوز به آنزیم افزایش یافته و برداشت رنگینه انجام می شود [۲].

گزارش مقالات علمی نشان داده است که استفاده از سلولاز اسیدی برای عملیات سریع و سلولاز خنثی برای عملیات طولانی موثر است. سلولاز اسیدی استاندارد برای پارچه های محکم از قبیل لایوسل، ریون و پنبه سنگین وزن بهترین است [۲]. امروزه، نوعی از سلولازهای خنثی جهش یافته به بازار عرضه شده که در زمان کوتاهی عملیات سنگ شویی را انجام می دهند.

سلولاز اسیدی، بیشترین فعالیت را در محدوده pH=۴/۵-۵/۵ و دمای ۴۵-۵۵°C دارد. در حالی که، سلولاز خنثی بیشترین فعالیت را در pH=۵/۵-۸/۰ و دمای ۵۰-۶۰°C دارد. هر دو آنزیم به طور وسیعی در سنگ شویی به کار می روند، به علاوه با وجود سلولاز قلیایی امکان به کارگیری آنها در ترکیب با رنگینه های واکنش گر در حمام رنگرزی وجود دارد [۳،۴].

یکی از عوامل اصلی لکه گذاری زیاد ایندیگو روی پارچه های جین، قابلیت زیاد پروتئین آنزیم سلولاز در پیوند با سلولوز پنبه است. ساز و کار بازگشت ایندیگو بر پایه پیوند رنگینه با مولکول های آنزیم جذب شده روی سطح الیاف سلولوز است. بر این اساس، مولکول های آنزیم باید مکان های سطحی قابل پیوند با ایندیگو داشته باشند [۵،۶]. ساختار مولکول ایندیگو و خواص آن سبب می شود که ساز و کار کنش متقابل رنگینه با سایر مولکول ها نیز امکان پذیر باشد. از یک طرف، مولکول های ایندیگو دارای حلقه های آروماتیک اند که می توانند در کنش های متقابل آب گریز شرکت کنند. از طرفی دیگر، احتمال پیوند گروه های ناجور حلقه NH- و O= از راه پیوندهای هیدروژنی با سایر مولکول ها وجود دارد [۷].

وقتی که پروتئین مدور سه بعدی تا می خورد، آمینواسیدهای آب گریز غیرقطبی درون آن پنهان می شوند و اسیدهای آمینه آب دوست (قطبی یا باردار شده) روی سطح مولکول های پروتئین درتقابل با آب قرار می گیرند. به هر حال، تعدادی از آمینواسیدهای غیرقطبی باقی مانده روی سطح پروتئین مدور می توانند مکان های پیوندی برای مواد آب گریز از قبیل ایندیگو را فراهم سازند [۵]. به همین منظور، برای تهیه یک آنزیم ایده آل برای سنگ شویی، آنزیم باید دارای مکان های قابل پیوند با ایندیگو روی سطح پروتئین مدور باشد و همچنین قابلیت جذب کم روی سلولوز داشته باشد [۶،۵].

لکه گذاری در پشت نمونه به pH و نوع آنزیم بستگی دارد. طبق نتایج به دست آمده، سلولازهای اسیدی در pH اسیدی لکه گذاری می کنند که این امر با افزایش سطح فعال های مناسب، کاهش می یابد. مزیت آنزیم اسیدی نسبت به خنثی قیمت ارزان تر و زمان کوتاه سنگ شویی است. سلولازهای اسیدی در pH برابر ۵ لکه می گذارند، اما در pH=۷ لکه گذاری نمی کنند. اگرچه اثر سنگ شویی مشابهی در هر دو مقدار pH نشان می دهند. سلولاز خنثی به شدت در pH = ۷ نسبت به pH = ۵ لکه گذاری می کند و در pH= ۷ اثرسنگ شویی به طور واضحی قابل تشخیص است. به طور عمومی، سلولازهای خنثی نسبت به سلولازهای اسیدی به دلیل کم بودن لکه گذاری، قابل توجه هستند [۶،۸].

نتایج تحقیقات ساری سیک [۹] نشان می دهد که کمترین استحکام مربوط به پارچه عمل آوری شده با آنزیم سلولاز اسیدی و ترکیب آن با پوکه معدنی است. در حالی که دیگر ترکیبات شستشویی شامل پارچه آهارگیری شده، سلولاز خنثی، سلولاز خنثی به همراه پوکه معدنی و سلولاز اسیدی به همراه پوکه معدنی استحکام کششی مشابهی دارند. زمان متفاوت سنگ شویی و عملیات ثانویه چندان بر کاهش مقدار استحکام کششی اثر نمی گذارد [۹]. هنگامی که زمان سنگ شویی افزایش می یابد، سایش کالا نیز بیشتر شده و بیشترین سایش در عملیات سنگ شویی آنزیمی با آنزیم سلولاز اسیدی به همراه پوکه معدنی در زمان ۹۰ min بوده است. پوکه معدنی به تنهایی حداقل سایش را ایجاد کرده و به دنبال آن به ترتیب سلولاز خنثی، سلولاز اسیدی، سلولاز خنثی با پوکه معدنی و سلولاز اسیدی با پوکه معدنی سایش بیشتری داشته اند. در مجموع، پوکه معدنی اثر منفی بر استحکام پارچه داشته و زمانی که با آنزیم همراه شود کاهش استحکام تشدید می گردد. همچنین، با افزایش زمان شستشو لکه گذاری بر پشت و لکه گذاری بر آستر جیب افزایش یافته است. پارچه های جین عمل آوری شده با پوکه معدنی به تنهایی، لکه گذاری بر پشت کمتری نسبت به سایر عملیات آنزیمی داشته است [۱۰،۱۱].

بیلیتی [۱۲] در گزارش تحقیق خود اشاره کرده است که اثر تکمیل به وسیله سلولازها در فرایندهای همراه با تحرک مکانیکی زیاد تشدید

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود. توازن بین فعالیت سلولاز و عمل مکانیکی منجر به برداشت الیاف کرکی و پرزها در سطح پارچه بدون کاهش چشمگیر در استحکام می‌شود. در ضمن، سلولازها نتایج بهتری نسبت به فرایندهای سنگ‌شویی با پوکه معدنی به دست داده و استفاده از آنزیم سبب یکنواختی و عدم وجود رگه در سطح پارچه بر خلاف روش‌های مرسوم سنتی می‌شود [۱۲،۱۳].

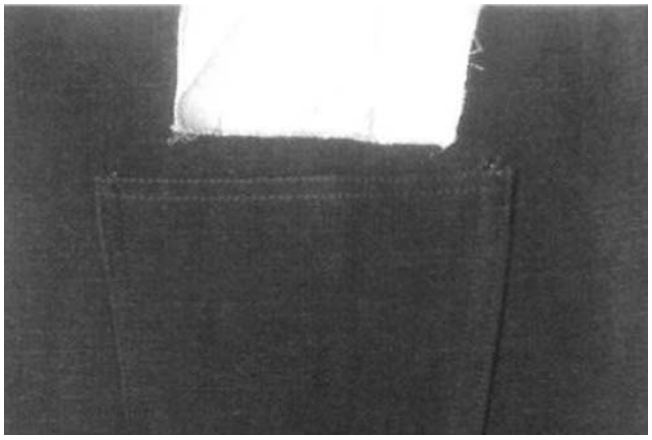
درباره سنگ‌شویی کالاهای جین گزارش‌های متعددی به چاپ رسیده است، ولی گزارش جامعی درباره مقادیر مختلف پوکه معدنی و سلولاز و همراهی آنها دیده نشده است. هدف از انجام این تحقیق، مقایسه عملیات سنگ شویی به روش های مختلف در محیط آبی روی کالای جین و بررسی ویژگی‌های کالا بوده است. برای این منظور، نمونه‌های جین با مقادیر مختلف پوکه معدنی، آنزیم سلولاز خنثی و اسیدی و همچنین مخلوط پوکه معدنی و آنزیم سلولاز خنثی و اسیدی عمل‌آوری شده و ویژگی‌های ظاهری و برخی خواص مکانیکی و به علاوه درصد بلورینگی مقایسه شده است.

تجربی

مواد

از پارچه جین صد درصد پنبه‌ای با بافت سرژه S ۲/۱ و تراکم پودی ۲۰ و تاری ۲۶ بر سانتی‌متر با نمره نخ تار و پود رینگ ۲۰Ne و تاب z و وزن متر مربع ۲۶۵g/m^2 استفاده شده است. به منظور تهیه نمونه آزمایشگاهی پارچه‌ای به ابعاد ۳۰×۵۰ cm انتخاب شد که یک طرف آن به شکل دمپا و طرف دیگر جیب روی آن دوخته شده بود، در ضمن یک تکه آستر سفید پنبه‌ای بافت تافته با تراکم تاری ۳۰ و تراکم پودی ۲۴ در سانتی‌متر با نخ اپن‌اند و نمره نخ تار و پود ۳۰Ne با وزن ۱۰۶ g/m^2 به شکل آستر جیب در پشت کالا دوخته شده است (شکل ۱).

مواد تعاونی شامل: استیک اسید ۷۰٪ صنعتی، عامل پراکنش (Verlan N60) ترکیبی از پلی‌آکریلات و آلکیل فسفات برای جلوگیری از لکه‌گذاری در پشت کالا با ساختار آنیونی و ضدشکستگی (Rucolin JES) ترکیبی از پلی‌آکریل آمید نانیونی برای جلوگیری از شکستگی پارچه در فرایند سنگ‌شویی و آهارگیری از شرکت رودلف آلمان، آنزیم سلولاز خنثی با نام تجاری Roglyr Ultra ۹۷۶۵۵ از شرکت روتای آلمان که در دمای ۴۰-۵۰°C حل شده و در دمای ۵۵°C در محیط خنثی بیشترین فعالیت را دارد. آنزیم سلولاز اسیدی با نام تجاری Rucolase JEX از شرکت رودلف آلمان که در دمای ۴۰-۴۵°C محلول و بیشترین فعالیت را در pH=۵/۵ و دمای ۵۰-۵۵°C دارد. آنزیم آمیلاز با نام تجاری ۱۸۹



شکل ۱- نمایی از چگونگی تهیه نمونه مورد استفاده.

Rotta-Amylase (آهاربر) از شرکت روتای آلمان که محدوده فعالیت آن در دمای ۶۰-۱۰۰°C و پایداری آن pH=۶-۸ است.

دستگاه شستشو با ظرفیت ۵kg، سبد استیل و دور ۲۵ rpm که کلیه عملیات در این دستگاه انجام شده است. دستگاه به کنترل دمایی مورد نظر و کنترل حجم آب تجهیز شده است.

در هر مرحله آزمایش، سه نمونه تهیه و نتایج اعلام شده میانگین آنها برای سه نمونه است.

دستگاه‌ها و روش‌ها

آهارگیری

نمونه‌ها به وسیله ۱ mL/L آنزیم آمیلاز در زمان ۱۵ min، pH=۷ و در دمای ۷۰°C آهارگیری شده است. در کلیه آزمایش‌ها وزن کالا ۴۵۰g و L:G ۱:۵۰، مقدار عامل پراکنش ۲g/L و ضدشکستگی ۳gL/L در نظر گرفته شده است.

سنگ‌شویی با پوکه معدنی

تعداد ۴ نمونه آهارگیری شده در pH= ۷، دمای ۵۵°C به مدت یک ساعت با مقادیر مختلف پوکه معدنی شامل Pu ۱ (یک برابر وزن کالا)، Pu ۲ (دو برابر وزن کالا)، Pu ۳ (سه برابر وزن کالا) و Pu ۴ (چهار برابر وزن کالا) عمل‌آوری شده‌اند.

سنگ‌شویی با آنزیم سلولاز خنثی

تعداد ۴ نمونه آهارگیری شده در pH= ۷ و دمای ۵۵°C فقط با مقادیر مختلف آنزیم سلولاز خنثی شامل Nc ۳ (۳٪ وزن کالا)، Nc ۶ (۶٪ وزن کالا)، Nc ۹ (۹٪ وزن کالا)، Nc ۱۲ (۱۲٪ وزن کالا) به مدت یک ساعت عمل‌آوری شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

سنگ‌شویی با آنزیم سلولاز خنثی و پوکه معدنی

تعداد ۴ نمونه آهارگیری شده با همان مقادیر آنزیم سلولاز خنثی به همراه پوکه معدنی با وزن یک برابر نسبت به وزن کالا ۳ NcPu، ۶ NcPu، ۹ NcPu، ۱۲ NcPu در شرایط یکسان ذکر شده در بخش قبلی عمل آوری شده‌اند.

سنگ‌شویی با آنزیم سلولاز اسیدی

تعداد ۴ نمونه آهارگیری شده در دمای ۵۵°C و pH =۵/۵ به مدت یک ساعت فقط با مقادیر مختلف آنزیم اسیدی ۳ Ac (۳٪ وزن کالا)، ۶ Ac (۶٪ وزن کالا)، ۹ Ac (۹٪ وزن کالا)، ۱۲ Ac (۱۲٪ وزن کالا) عمل آوری شده‌اند. تنظیم pH به کمک استیک اسید ۷۰٪ انجام شده است.

سنگ‌شویی با آنزیم سلولاز اسیدی و پوکه معدنی

تعداد ۴ نمونه آهارگیری شده در شرایط ذکر شده در مرحله قبل با مقادیر متفاوت آنزیم سلولاز اسیدی به همراه پوکه معدنی یک برابر وزن کالا ۳AcPu، ۶AcPu، ۹AcPu، ۱۲AcPu عمل آوری شده‌اند.

آزمون‌ها

از هر نمونه تکه‌ای به ابعاد ۰/۵×۰/۵ cm^2 بریده و هر کدام از آنها روی یک پایه چسبانده شد. سپس، با دستگاه Sputter coater شرکت BAL-TEC سوئیس مدل SCD۰۰۵ با فلز طلا پوشش داده شد. از هر نمونه با دستگاه میکروسکوپ الکترون پویشی (SEM) شرکت فیلیپس هلند، مدل XL۳۰ با ۲ بزرگنمایی ۲۵ و ۵۰۰ μm تصاویر میکروسکوپی تهیه شده است.

تعداد ۲ نمونه به ابعاد ۱ cm بریده وبرای اندازه‌گیری تغییر درجه بلورینگی زیر پراش تابش X قرار گرفته‌اند. دستگاه XRD از شرکت Siemens مدل D۵۰۰۰ با لامپ Cu k_α با ۲۰Ma/۴۰kV بوده است. درجه بلورینگی با استفاده از معادله (۱) محاسبه شده است [۱۴]:

$$X = \frac{I_C}{I_C + I_A} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

که در آن X درجه بلورینگی، I_A مساحت منطقه بی شکل و I_C مساحت منطقه بلوری است.

رنگ‌سنجی به کمک دستگاه Datacolor مدل میکروفلش d۲۰۰ با زاویه ۱۰ درجه و لامپ D۶۵ (نور استاندارد) انجام شده است.

هر نمونه از ۳ قسمت روی نمونه (FS)، پشت نمونه (BS) و آستر جیب (PS) تشکیل شده است. برای از بین بردن خطای احتمالی از هر نمونه و از هر ۳ قسمت آن ۵ بار در نواحی مختلف اطلاعات رنگی تهیه شد و مقادیر متوسط روشنائی (*L)، قرمزی - سبزی(*a) و زردی - آبی (*b) گزارش شده است. برای آستر جیب علاوه بر مقادیر مولفه‌های رنگی، مقدار سفیدی (w) نیز گزارش شده است.

نمونه‌ها برای آزمایش سایش به وسیله دستگاه مارتیندل ساخت شرکت شرلی مدل ۲۰۰۰ در ۱۰۰۰۰ دور سایش مطابق استاندارد ASTM D ۴۹۷۰ قرار گرفته اند. وزن هر نمونه قبل و بعد از سایش اندازه‌گیری شده است.

از هر نمونه به اندازه ۲/۵۵ cm^2 بریده شد و پس از تاکردن از وسط زیر فشار وزنه ۲ kg به مدت ۶۰s قرار داده شدند. سپس، وزنه را برداشته و نمونه به مدت ۶۰s رها شده و زاویه بازگشت از چروک اندازه‌گیری شده است. برای هرنمونه این آزمایش سه مرتبه تکرار شد و میانگین مقادیر گزارش شد (مطابق استاندارد AATCC Test Method ۶۶-۲۰۰۳).

استحکام نمونه‌ها با دستگاه استحکام‌سنج CRE ساخت شرکت شرلی مدل Micro ۲۵۰ مطابق استاندارد ASTM D ۵۰۳۵ اندازه‌گیری شده است. نمونه‌ها به ابعاد ۵×۲۷ cm بریده و در جهت تار سه مرتبه استحکام آنها اندازه‌گیری شده و میانگین نتایج گزارش شده است.

وزن نمونه‌های آهارگیری شده قبل و بعد از سنگ‌شویی اندازه‌گیری شده و درصد کاهش وزن طبق معادله (۲) محاسبه شده است:

$$g = \frac{W_۲ - W_۱}{W_۱} \times ۱۰۰ \qquad (۲)$$

که در آن g درصد کاهش وزن، $W_۱$ وزن اولیه قبل از عملیات و $W_۲$ وزن ثانویه بعداز عملیات سنگ‌شویی است.

طول و عرض نمونه قبل و بعد از عملیات آهارگیری و سنگ شویی اندازه‌گیری شده و درصد جمع‌شدگی با استفاده از معادله (۳) محاسبه شده است:

$$x = \frac{X_۲ - X_۱}{X_۱} \times ۱۰۰ \ , \ y = \frac{Y_۲ - Y_۱}{Y_۱} \qquad (۳)$$

x درصد جمع شدگی در جهت طول پارچه، $X_۱$ طول ثانویه پارچه بعد از عملیات، $X_۲$ طول اولیه پارچه قبل از عملیات، y درصد جمع شدگی در جهت عرض پارچه، $Y_۱$ عرض اولیه پارچه قبل از عملیات و $Y_۲$ عرض ثانویه پارچه بعد از عملیات است.

نتایج و بحث

رنگ‌سنجی

بررسی اثر آنزیم سلولاز و پوکه معدنی روی مولفه‌های رنگی، تغییر رنگ و سفیدی

نتایج مقادیر مولفه‌های رنگی و سفیدی نمونه‌های عمل آوری شده با

www.SID.ir

Archive of SID

پوکه معدنی و آنزیم سلولاز خنثی به تنهایی و به همراه پوکه معدنی به ترتیب در جدول‌های ۱ و۲ و همچنین برای شرایط مشابه همراه با آنزیم سلولاز اسیدی در جدول۳ آمده است.

از جدول‌های ۱ تا ۳ مشاهده می‌شود که هر چه مقدار پوکه معدنی بیشتر شود، سایش حاصل نیز افزایش یافته و میزان (L*) روشنایی افزایش یافته است. همچنین مشخص می‌شود، نمونه‌های عمل‌آوری شده با آنزیم، از روشنایی بیشتری نسبت به نمونه‌های عمل‌آوری شده با پوکه معدنی، نمونه خام و آهارگیری برخوردار است که بیانگر آبکافت بیشتر آنزیم است. در ضمن، هر چه مقدار آنزیم افزایش یابد، مقدار L* نیز بیشتر می‌شود. در نمونه‌های عمل‌آوری شده با پوکه معدنی و آنزیم سلولاز، در مقایسه با آنزیم سلولاز به تنهایی، سایش بیشتری حاصل شده است (میزان روشنایی بیشتر شده است). مسلم است که هر چه مقدار آنزیم بیشتر و به همراه پوکه معدنی روی کالای جین اثر گذارد باعث سایش بیشتر شده و پرزهای بیشتری از روی سطح جدا می‌شود. بنابراین، روشنایی کالا با افزایش آنزیم و پوکه معدنی، افزایش یافته است. همچنین با افزایش روشنایی، قرمزی کالا کاهش می‌یابد و با افزایش سایش، کالا آبی‌تر می‌شود. جدول‌های ۱ تا ۳ نشان می‌دهد، اثر آنزیم اسیدی یا خنثی به همراه پوکه معدنی بر روشنایی کالا نسبت به دیگر عملیات بیشتر است.

همان‌طور که از این جدول‌ها مشخص است، قسمت پشت

جدول ۱- اثر پوکه معدنی روی مولفه‌های رنگی (F: روی نمونه، B: پشت نمونه و P: آستر جیب است).

نمونه‌ها	L*	a*	b*	W
F عمل‌آوری نشده	۲۳/۵	۰/۴۲	-۴/۹۳	-
F آهارگیری شده	۲۲/۵۱	۰/۷۷	-۸/۳۸	-
۱ Pu F	۲۴/۷۴	۰/۰۴	-۱۰/۰۲	-
۲ Pu F	۲۵/۷۱	-۰/۰۷	-۱۰/۳۹	-
۳ Pu F	۲۶/۸۲	-۰/۳۴	-۱۰/۷۸	-
۴ Pu F	۲۶/۸۳	-۰/۶۶	-۱۱/۴۱	-
B عمل‌آوری نشده	۳۹/۴۸	-۰/۸۱	-۳/۲۵	-
B آهارگیری شده	۴۱/۰۷	-۰/۳۸	-۴/۸۶	-
۱ Pu B	۴۱/۳۵	-۰/۶۳	-۵/۷۵	-
۲ Pu B	۴۲/۷۲	-۰/۷۳	-۶/۰۲	-
۳ Pu B	۴۳/۹۶	-۰/۸۶	-۶/۲۴	-
۴ Pu B	۴۴/۳۰	-۱/۲۵	-۷/۲۱	-
P عمل‌آوری نشده	۸۹/۸۸	-۰/۵۵	۷/۳۴	۷۶/۱
P آهارگیری شده	۷۳/۰۲	-۲/۵۰	-۴/۳۱	۴۵/۲
۱ Pu P	۷۵/۴۱	-۲/۵۱	-۳/۰۵	۴۸/۹
۲ Pu P	۷۵/۱۳	-۲/۵۸	-۳/۱۲	۴۸/۵
۳ Pu P	۷۴/۵۵	-۲/۸۳	-۳/۹۱	۴۷/۶
۴ Pu P	۷۳/۱۵	-۳/۵۸	-۵/۵۴	۴۵/۴

(L*) روشنایی، (b*) آبی ـ زردی، (a*) قرمزی ـ سبزی و (W) سفیدی.

جدول ۲- اثر آنزیم سلولاز خنثی روی مولفه‌های رنگی (B،F و P مانند جدول ۱ است).

نمونه‌ها	L*	a*	b*	W
۳Nc F	۲۶/۶۳	-۰/۵۴	-۹/۹۷	-
۶Nc F	۲۸/۷۴	-۰/۵۹	-۱۰/۲۴	-
۹Nc F	۲۸/۷۷	-۰/۶۵	-۱۰/۲۷	-
۱۲Nc F	۳۰/۱۰	-۰/۶۷	-۱۰/۳۱	-
۳NcPu F	۲۹/۵۰	-۰/۸۸	-۹/۹۹	-
۶NcPu F	۳۰/۶۴	-۱/۰۳	-۱۰/۳۳	-
۹NcPu F	۳۰/۷۰	-۱/۱۴	-۱۰/۳۴	-
۱۲NcPu F	۳۱/۹۳	-۱/۱۷	-۱۰/۵۰	-
۳Nc B	۴۲/۸۳	-۰/۹۸	-۶/۴۷	-
۶Nc B	۴۳/۰۸	-۱/۰۶	-۶/۸۵	-
۹Nc B	۴۳/۷۱	-۱/۱۸	-۷/۲۸	-
۱۲Nc B	۴۴/۰۵	-۱/۱۹	-۷/۳۱	-
۳NcPu B	۴۳/۵۵	-۱/۲۵	-۶/۹۰	-
۶NcPu B	۴۵/۱۶	-۱/۳۲	-۶/۹۶	-
۹NcPu B	۴۶/۶۶	-۱/۳۴	-۷/۴۷	-
۱۲NcPu B	۴۷/۴۰	-۱/۲۷	-۷/۵۶	-
۳Nc P	۷۴/۰۴	-۲/۶۳	-۳/۹۷	۴۶/۸
۶Nc P	۷۳/۳۰	-۲/۹۰	-۵/۰۰	۴۵/۶
۹Nc P	۷۲/۲۰	-۲/۹۲	-۵/۰۵	۴۴/۰
۱۲Nc P	۷۲/۱۳	-۲/۹۹	-۵/۸۹	۴۳/۳
۳NcPu P	۷۲/۹۰	-۲/۲۱	-۳/۱۴	۴۵/۳
۶NcPu P	۷۱/۹۸	-۲/۹۶	-۴/۱۸	۴۴/۲
۹NcPu P	۶۷/۱۸	-۳/۰۳	-۵/۸۵	۴۳/۹
۱۲NcPu P	۶۶/۵۷	-۲/۸۷	-۶/۲۹	۴۲/۰

(L*) روشنایی، (b*) آبی ـ زردی، (a*) قرمزی ـ سبزی و (W) سفیدی.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ـ اثر آنزیم سلولاز اسیدی روی مولفه های رنگی (B،F و P مانند جدول ۱ است).

نمونه‌ها	L*	a*	b*	W
۳Ac F	۲۶/۸۸	-۰/۲۷	-۱۰/۸۲	-
۶Ac F	۲۷/۳۹	-۰/۲۸	-۱۰/۹۳	-
۹Ac F	۲۷/۸۴	-۰/۳۱	-۱۱/۰۲	-
۱۲Ac F	۲۸/۲۰	-۰/۴۳	-۱۱/۹۷	-
۳AcPu F	۲۸/۳۶	-۰/۵۸	-۱۰/۹۷	-
۶AcPu F	۲۸/۵۳	-۰/۵۹	-۱۱/۴۶	-
۹AcPu F	۲۸/۹۲	-۰/۶۲	-۱۱/۹۸	-
۱۲AcPu F	۲۹/۵۵	-۰/۴۲	-۱۲/۳۴	-
۳Ac B	۴۲/۹۷	-۰/۷۵	-۶/۶۰	-
۶Ac B	۴۳/۳۳	-۰/۹۶	-۶/۹۷	-
۹Ac B	۴۳/۹۲	-۱/۰۹	-۷/۱۹	-
۱۲Ac B	۴۴/۱۱	-۰/۸۹	-۷/۶۱	-
۳AcPu B	۴۴/۴۶	-۰/۸۳	-۶/۸۳	-
۶AcPu B	۴۴/۵۷	-۰/۹۴	-۷/۰۵	-
۹AcPu B	۴۴/۸۴	-۱/۰۲	-۷/۱۵	-
۱۲AcPu B	۴۵/۲۳	-۰/۹۷	-۷/۶۷	-
۳Ac P	۷۳/۰۳	-۲/۴۹	-۴/۹۸	۴۵/۴
۶Ac P	۷۲/۴۷	-۲/۶۰	-۵/۲۷	۴۵/۱
۹Ac P	۷۲/۶۱	-۲/۷۹	-۵/۳۳	۴۴/۹
۱۲Ac P	۷۲/۶۰	-۲/۵۰	-۵/۵۳	۴۳/۲
۳AcPu P	۷۴/۲۴	-۲/۲۹	-۴/۸۷	۴۴/۳
۶AcPu P	۷۳/۶۳	-۲/۴۹	-۴/۹۲	۴۳/۴
۹AcPu P	۷۳/۴۳	-۲/۶۴	-۵/۱۱	۴۲/۸
۱۲AcPu P	۷۴/۴۵	-۲/۵۹	-۵/۵۵	۴۱/۰

(*L) روشنایی، (*b) آبی ـ زردی، (*a) قرمزی ـ سبزی و (W) سفیدی.

نمونه های عمل آوری شده با پوکه معدنی آبی‌تر از نمونه خام و آهارگیری است. علت آن را می توان برداشت رنگینه ایندیگو از سطح کالا و بازگشت آن به پشت کالا دانست. با افزایش مقدار پوکه معدنی (سایش بیشتر)، میزان لکه گذاری پشت نیز بیشتر می شود. در عملیات آنزیمی با افزایش مقدار آنزیم به تنهایی، پشت کالا آبی تر شده و در نتیجه لکه گذاری بیشتر می شود. در مجموع، میزان لکه گذاری در پشت نمونه های عمل آوری شده با آنزیم به علت عملیات آبکافت بهتر نسبت به پوکه های معدنی، بیشتر است. در عملیات آنزیمی به همراه پوکه معدنی نیز با افزایش مقدار آنزیم، لکه گذاری در پشت کالا نیز افزایش می یابد که در مجموع مقدار لکه گذاری در پشت این عملیات نسبت به عملیات قبلی بیشتر است. علت آن را می توان آبکافت سلولوز و برداشت رنگینه بیشتر طی فرایند سنگ شویی دانست.

از روی مقادیر مولفه های رنگی پشت کالا به نظر می رسد که با افزایش سنگ یا آنزیم روشنایی پشت کالا نیز افزایش می یابد. به هر حال مقدار روشنایی نمونه ها در عملیات آنزیمی با پوکه معدنی بیشتر از عملیات آنزیمی به تنهایی و پوکه معدنی است.

از روی مقادیر *b آستر جیب نمونه ها مشخص است که افزایش پوکه معدنی (افزایش مقدار سایش) باعث افزایش لکه گذاری روی آستر جیب می شود. نمونه خام، نمونه در دسترس نسبت به نمونه آهارگیری است و زمانی که آهارگیری یا عملیات با پوکه معدنی انجام گیرد آستر سفید، آبی می شود. بنابراین، افزایش آنزیم در عملیات آنزیمی به تنهایی یا با پوکه معدنی باعث افزایش آبی شدن آستر جیب می گردد.

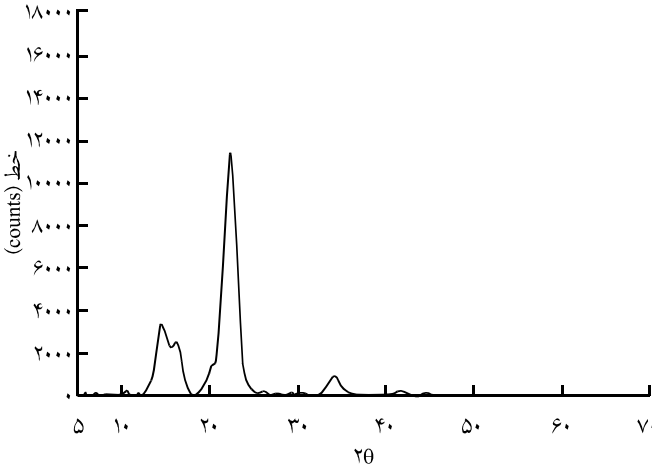
از روی مقدار سفیدی آستر نمونه ها مشخص می شود که نمونه خام سفیدتر از نمونه آهارگیری شده است، سفیدی نمونه های زیرعملیات آنزیمی یا پوکه معدنی نسبت به نمونه آهارگیری شده کاهش، اما نسبت به نمونه آهارگیری شده افزایش می یابد. این امر نشان دهنده برداشت رنگینه طی عملیات سنگ‌شویی از روی آستر جیب است. با افزایش مقدار پوکه معدنی یا مقدار آنزیم در کلیه عملیات، سفیدی آستر جیب کاهش می یابد، به طوری که نمونه های آستر جیب عمل شده با آنزیم، سفیدی کمتری نسبت به نمونه های عمل شده با پوکه معدنی دارند. همچنین، نمونه های عمل آوری شده با آنزیم به همراه پوکه معدنی، سفیدی کمتری نسبت به عمل شده با آنزیم به تنهایی دارند. علت آن را می توان در قدرت سایش و برداشت رنگینه به کمک عملیات با آنزیم به همراه پوکه معدنی و عملیات آنزیمی به تنهایی دانست. روشنایی آستر جیب با افزایش آنزیم و پوکه کاهش می یابد و این به علت بازگشت رنگینه ایندیگو روی کالا و کاهش سفیدی آستر است. نمونه آستر خام از کلیه نمونه ها روشن تر است و نمونه های آستر جیب عمل آوری شده با آنزیم به همراه پوکه معدنی از نمونه های دیگر دارای روشنایی کمتری هستند.

مقایسه اثر آنزیم سلولاز اسیدی با سلولاز خنثی روی مولفه های رنگی و سفیدی

نتایج مقادیر مولفه های رنگی و سفیدی نمونه های عمل آوری شده با آنزیم سلولاز اسیدی در مقایسه با آنزیم سلولاز خنثی در جدول های ۲ و ۳ آمده است. از روی مقادیر *L نمونه ها در جدول های ۲ و ۳

www.SID.ir

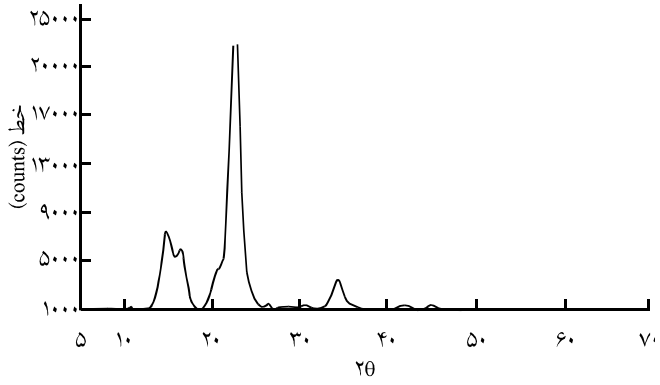
Archive of SID



شکل ۲- طیف XRD نمونه آهارگیری شده.

مشخص می‌شود که قدرت ساینگی (آبکافت) آنزیم سلولاز خنثی بیشتر از سلولاز اسیدی است. علت آن را می‌توان در آنزیم سلولاز خنثی جدید دانست که آنزیمی جهش یافته با قدرت بیشتر است. بنابراین، استفاده از این آنزیم به همراه پوکه معدنی و بدون پوکه قدرت ساینگی (آبکافت) آنزیم سلولاز خنثی بیشتر از سلولاز اسیدی است. مقادیر *b نشان می‌دهد که نمونه‌های عمل آوری شده با آنزیم سلولاز اسیدی آبی‌تر از نمونه‌های عمل آوری شده با سلولاز خنثی است. این افزایش می‌تواند بیانگر لکه گذاری زیاد آنزیم سلولاز اسیدی روی کالا باشد.

مقادیر *b پشت کالا نشان می‌دهد، لکه گذاری در پشت کالا دو نوع آنزیم سلولاز اسیدی و خنثی چندان متفاوت نبوده و اندکی سلولاز اسیدی لکه گذاری بیشتری داشته است. اما، میزان روشنایی پشت نمونه‌های عمل آوری شده با آنزیم سلولاز اسیدی بیشتر از نمونه‌های عمل آوری شده با آنزیم خنثی بوده است. علت این امر را می‌توان به کاهش میزان لکه گذاری در پشت کالا نسبت داد. مقادیر *b آستر جیب نمونه‌ها، مشخص می‌کند که لکه گذاری روی آستر جیب نمونه‌های عمل شده با آنزیم سلولاز اسیدی، بیشتر از نمونه‌های عمل شده با آنزیم خنثی بوده است. علت این افزایش را می‌توان قدرت کم آبکافت این نوع



شکل ۳- طیف XRD نمونه عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی (۶Nc).

آنزیم در نظر گرفت که سبب ماندگاری مقدار بیشتر رنگ روی آستر شده است.

تعیین درجه بلورینگی

نمونه آهارگیری شده و نمونه عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی برای تعیین درجه بلورینگی انتخاب شدند. از مقایسه طیف‌های XRD مشخص می‌شود که نمودار نمونه آهارگیری شده (شکل ۲) مشابه شکل نمونه عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز (شکل ۳) است. به هر حال، مقادیر درجه بلورینگی نمونه آهارگیری شده و نمونه عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی بر اساس معادله (۱) به ترتیب ۶۵ و ۶۹٪ است. بنابراین، نمونه عمل‌آوری شده با سلولاز خنثی از درجه بلورینگی بیشتری نسبت به نمونه آهارگیری برخوردار است. به نظر می‌رسد که آنزیم سلولاز خنثی با نفوذ در مناطق بی‌شکل و آبکافت آنها باعث کاهش مناطق بی‌شکل شده و در نتیجه افزایش مناطق بلوری را باعث شده است.

استحکام

برای مقایسه و نتیجه گیری، تعداد ۴ نمونه انتخاب و هر نمونه ۳ مرتبه آزمایش شده و میانگین استحکام و ازدیاد طول گزارش شده است.

جدول۴- مقادیر استحکام و ازدیاد طول تا پارگی در جهت تار.

نمونه‌ها	ازدیاد طول تا پارگی (mm)	استحکام تا پارگی (N)
نمونه آهارگیری شده	۵۹/۹۸	۱۳۶۴/۰
نمونه عمل آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی (۶Nc)	۶۲/۳۷	۱۰۴۵/۹
نمونه عمل آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی و پوکه معدنی (۶NcPu)	۶۵/۵۳	۱۰۴۵/۹
نمونه عمل آوری شده با پوکه معدنی (۳Pu)	۷۲/۷۴	۱۲۹۳/۲

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر استحکام و ازدیاد طول تا پارگی نمونه ها در جدول۴ نشان داده شده است. همان‌طورکه از مقادیر جدول ۴ مشخص است نمونه آهارگیری شده دارای بیشترین استحکام و کمترین ازدیاد طول تا پارگی است.

از طرفی، مشخص می شود که نمونه عمل آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی به همراه پوکه معدنی دارای کمترین مقدار استحکام است. بیشترین مقدار ازدیاد طول تا پارگی مربوط به نمونه عمل آوری شده با پوکه معدنی است. کمترین استحکام پس از نمونه عمل آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی و پوکه معدنی مربوط نمونه عمل آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی به تنهایی است. استحکام نمونه عمل آوری شده با پوکه معدنی نسبت به نمونه آهارگیری شده، کاهش یافته اما نسبت به نمونه های عمل آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی و پوکه معدنی به همراه آنزیم سلولاز خنثی بیشتر است. در مقایسه استحکام نمونه های عمل آوری شده با آنزیم سلولاز و نمونه عمل آوری شده با پوکه معدنی به نظر می رسد که نفوذ بیشتر آنزیم در الیاف باعث کاهش استحکام شده است. در صورتی که پوکه معدنی به علت برخورد به سطح پارچه چندان استحکام را کاهش نداده است. همچنین، هنگامی که آنزیم و پوکه با هم استفاده می شوند، استحکام نمونه کاهش بیشتری داشته است.

زاویه بازگشت از چروک

مقادیر زاویه بازگشت از چروک نمونه های مورد نظر در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که زاویه بازگشت از چروک نمونه آهارگیری شده از تمام نمونه های دیگر بیشتر است. نمونه عمل آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی و پوکه معدنی زاویه بازگشت از چروک کمتری دارد که نشان از مقاومت کم این نمونه در برابر چروک است.

درصد کاهش وزن

جدول ۶ مقادیر درصد کاهش وزن نمونه‌ها را در عملیات مختلف

جدول۵- مقادیر زاویه بازگشت از چروک نمونه ها.

نمونه ها	زاویه بازگشت از چروک
آهارگیری شده	۸۳/۶
۶Nc	۷۴/۰
۶NcPu	۷۲/۰
۳Pu	۸۱/۰
۶Ac	۷۵/۳
۶AcPu	۷۲/۶

جدول ۶- مقادیر درصد کاهش وزن نمونه های مختلف.

نمونه	درصد کاهش وزن	نمونه	درصد کاهش وزن
۱Pu	۰/۱۱	۶Ac	۰/۶۰
۲Pu	۰/۲۴	۹Ac	۰/۷۸
۳Pu	۰/۶۰	۱۲Ac	۱/۰۶
۴Pu	۰/۸۲	۳AcPu	۰/۹۱
۳Nc	۰/۴۶	۶AcPu	۱/۱۹
۶Nc	۰/۵۶	۹AcPu	۱/۲۳
۹Nc	۰/۸	۱۲AcPu	۱/۶۲
۱۲Nc	۱/۱۲	۳NcPu	۰/۷۶
۶NcPu	۱/۰۳	۹NcPu	۱/۲۹
۳Ac	۰/۴۷	۱۲NcPu	۱/۷۴

سنگ‌شویی نشان می دهد. کمترین درصد کاهش وزن مربوط به نمونه های عمل آوری شده با پوکه معدنی است. این بدان معنی است که پوکه معدنی به اندازه کافی قابلیت برداشت الیاف کوتاه و پرزهای سطحی را از پارچه نداشته است. اما، با افزایش پوکه معدنی به نظر می رسد برداشت الیاف کوتاه از سطح نیز بیشتر شده است. در نمونه‌هایی که با آنزیم سلولاز عمل‌آوری شده‌اند، با افزایش میزان آنزیم، کاهش وزن نمونه‌ها نیز بیشتر شده است. زمانی که آنزیم سلولاز به همراه پوکه معدنی عمل آوری می شود، میزان قدرت برداشت الیاف کوتاه بیشتر از زمانی است که نمونه‌ها فقط با پوکه معدنی یا فقط با آنزیم سلولاز عمل آوری شده‌اند. به نظر می رسد که آنزیم و پوکه معدنی زمانی که با هم روی کالا عمل آوری می شود کاهش وزن بیشتر شده است. علت آن همراه شدن سایش پوکه معدنی به همراه آبکافت آنزیمی است. قدرت آنزیمی سلولاز خنثی در برداشت الیاف کوتاه و پرزهای سطحی از پارچه بیشتر از آنزیم سلولاز اسیدی است و علت آن را می توان در نوع آنزیمی خنثی دانست که قوی‌تر از آنزیم اسیدی بوده است.

درصد جمع شدگی

جمع شدگی در اثر عملیات آهارگیری در جهت عرض ۲٪ و در جهت طول ۴/۲٪، جمع شدگی نمونه عمل شده با آنزیم سلولاز و پوکه معدنی در جهت عرض ۰/۷۸٪ و در جهت طول ۷/۵٪ و جمع شدگی نمونه عمل آوری شده با آنزیم سلولاز در جهت عرض ۰/۳۷٪ و در جهت طول ۷/۲۸٪ است. بنابراین، مشخص می شود که عملیات آهارگیری بیشترین جمع شدگی را حاصل می کند. مرحله آهارگیری اولین مرحله است که پارچه به حالت خشک وارد محیط مرطوب می شود. از این رو، از

www.SID.ir

Archive of SID

تنش‌های بافندگی آزاد شده و همچنین در این مرحله آهار کالا نیز برداشته می‌شود، در نتیجه باعث جمع شدگی بیشتری نسبت به مراحل دیگر می‌شود.

در عملیات سنگ‌شویی با پوکه و آنزیم، جمع‌شدگی بیشتر از جمع‌شدگی در نمونه‌های عمل‌آوری شده با آنزیم است. به نظر می‌رسد، تنش مکانیکی زیاد در عملیات با پوکه، سبب افزایش جمع‌شدگی می‌شود. به هر حال، با افزایش عملیات مکانیکی چه از لحاظ زمان و چه از لحاظ مقدار پوکه معدنی میزان جمع‌شدگی در پارچه بیشتر شده است. از تفاوت مقادیر جمع‌شدگی در عرض و در طول به نظر می‌رسد که جمع‌شدگی در جهت طول بیشتر بوده است. چرا که تار بیشتر زیر کشش و تنش بوده است.

مقاومت سایشی

جدول ۷ تغییرات وزنی را قبل و بعد از انجام آزمایش سایش نشان می‌دهد. از مقادیر این جدول مشخص می‌شود که تغییرات وزنی چشمگیری بین نمونه‌ها وجود ندارد. بنابراین، سایش در ۱۰/۰۰۰ دور برای نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های ساییده نشده تفاوت زیادی ایجاد نکرده است و نشان از مقاومت سایشی زیاد نمونه‌ها دارد. همان‌طور که از درصد کاهش وزن نمونه آهارگیری شده مشخص است بیشترین کاهش وزن متعلق به این نمونه است.

بنابراین، به نظر می‌رسد که چون این نمونه دارای پرز بیشتری در سطح بوده است بیشتر تحت تاثیر عملیات سایش قرار گرفته و الیاف آزاد بیشتری را از سطح رها کرده است. کمترین درصد کاهش وزن مربوط به نمونه‌ای است که بیشترین درصد آنزیم سلولاز خنثی را داشته است. از این رو، کمتر تحت تاثیر عملیات سایش قرار گرفته است.

جدول ۷- تغییرات وزنی نمونه‌ها قبل و بعد از سایش.

نمونه‌ها	وزن قبل از سایش (g)	وزن بعد از سایش (g)	درصد کاهش وزن
آهارگیری شده	۰/۴۹۷۸	۰/۴۸۸۱	۱/۹۴
۳Pu	۰/۵۰۶۱	۰/۴۹۷۶	۱/۶
۶Nc	۰/۴۹۷۷	۰/۴۹۶۸	۰/۱۸
۶NcPu	۰/۵۰۳۱	۰/۵۰۲۳	۰/۱۷
۶Ac	۰/۴۹۵۱	۰/۴۹۲۳	۰/۵۵
۶AcPu	۰/۵۱۹۳	۰/۵۱۸۶	۰/۱۳
۱۲NcPu	۰/۵۱۶۱	۰/۵۱۵۶	۰/۰۹
۱۲AcPu	۰/۵۱۰۶	۰/۵۰۸۸	۰/۳۵

تصاویر SEM

بررسی سطح نمونه‌ها با بزرگ نمایی ۲۵x

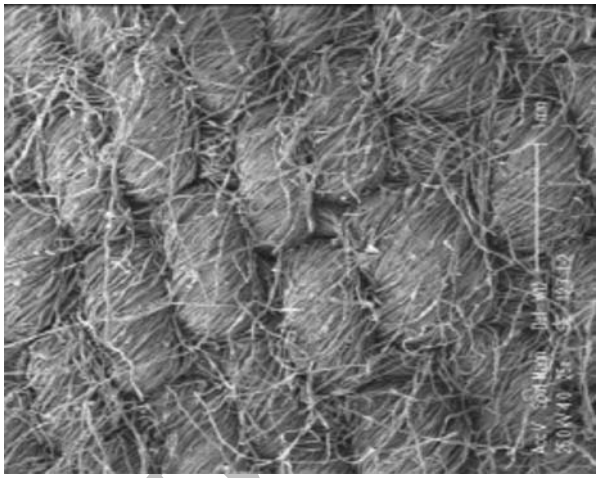
تصاویر میکروسکوپی سطح نمونه‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که از شکل‌های ۴ - الف، ب و هـ مشخص است، روی سطح نمونه آهارگیری پرزهای فراوان و الیاف آزاد مشاهده می‌شود. در صورتی که در نمونه‌های عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز اسیدی و سلولاز خنثی این الیاف آزاد و پرزهای سطحی کمتر است. به نظر می‌رسد پوکه معدنی بر اثر فشار مکانیکی که به سطح پارچه وارد می‌کند، الیاف آزاد را از سطح پارچه خارج می‌کند که این عمل باعث ایجاد الیاف به شکل نامنظم درسطح پارچه می‌شود. تفاوت این دو نمونه عمل‌آوری شده با پوکه معدنی و آنزیم سلولاز در نحوه آزادسازی الیاف از سطح پارچه است. بدین معنی که پوکه معدنی الیاف بیشتری را از بافت و سطح پارچه خارج ساخته و آنزیم به طور منظم الیاف آزاد را از سطح پارچه جدا می‌کند. تصاویر نمونه عمل‌آوری شده با آنزیم اسیدی به تنهایی در مقایسه با آنزیم خنثی (شکل‌های ۴ - ب و هـ) نشان دهنده این است که قدرت برداشت الیاف آزاد از سطح پارچه در آنزیم سلولاز اسیدی کمتر از آنزیم خنثی است. به علاوه، در مورد نمونه‌های عمل‌آوری شده با این آنزیم‌ها به همراه پوکه معدنی نیز اثر یکسانی مشاهده می‌شود.

بررسی سطح نمونه‌ها با بزرگ‌نمایی ۵۰۰x

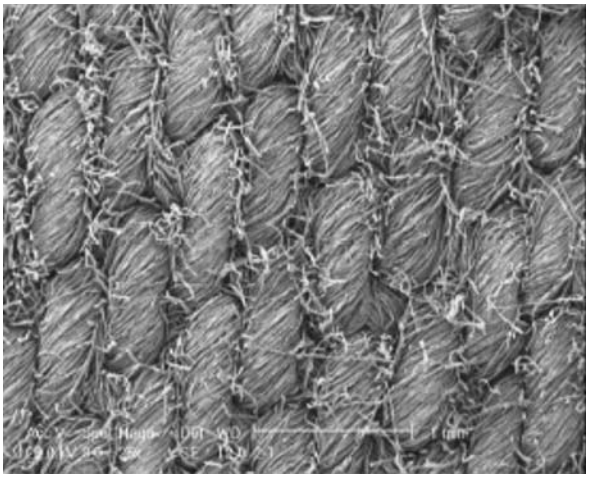
تصاویر میکروسکوپی سطح الیاف نمونه‌های یاد شده در شکل ۵ نشان داده شده است. در این تصاویر سطح الیاف نمونه‌ها به وضوح قابل مشاهده هستند، در نمونه آهارگیری شده مشاهده می‌شود که (شکل ۵ - الف) الیاف کاملاً سالم و بدون هیچ گونه آسیب سطحی است. در نمونه عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز (شکل‌های ۵ - ب و هـ) مشاهده می‌شود که سطح الیاف رویی دچار صدمه شده و پارگی در برخی از آنها کاملاً مشهود است، اما الیاف زیرین سالم و بدون آسیب باقی مانده‌اند. یعنی آنزیم تنها به الیاف سطحی آسیب رسانده و الیاف زیرین بدون دسترس باقی مانده‌اند. در نمونه عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی به همراه پوکه معدنی (شکل ۵ - د) مشخص می‌شود که آسیب به الیاف بیشتر از نمونه‌های عمل شده با آنزیم است و همچنین الیاف زیرین سالم و دست نخورده باقی مانده‌اند. در نمونه عمل‌آوری شده با پوکه معدنی(شکل ۵ - ج) نیز صدمه وجود دارد، اما این آسیب کمتر از نمونه‌های عمل‌آوری شده با آنزیم است. اثر تخریب در نمونه‌های عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز اسیدی کمتر از نمونه‌های عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی بوده است (شکل‌های۵ - ب و هـ).

www.SID.ir

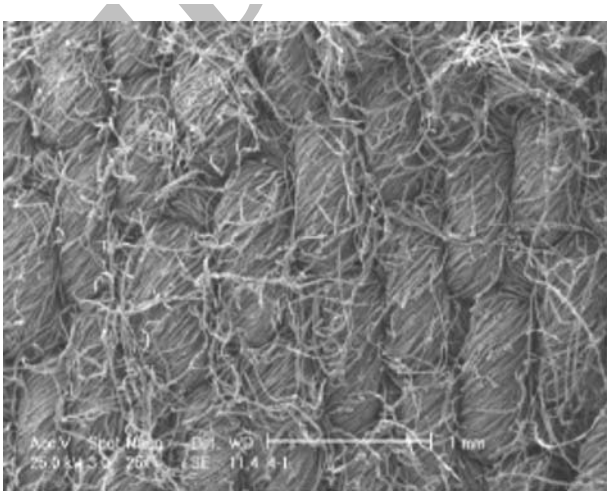
Archive of SID



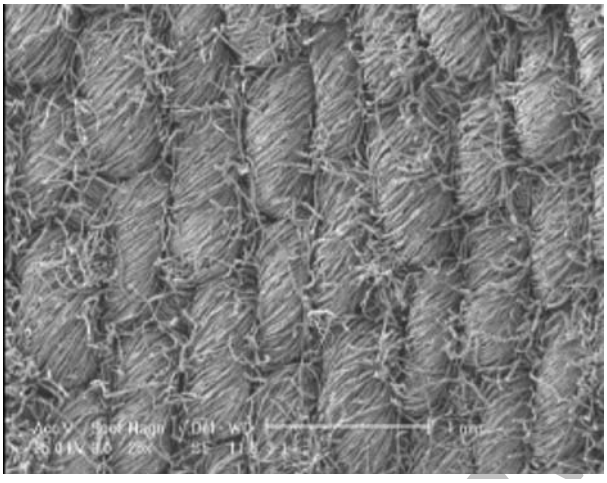
(الف)



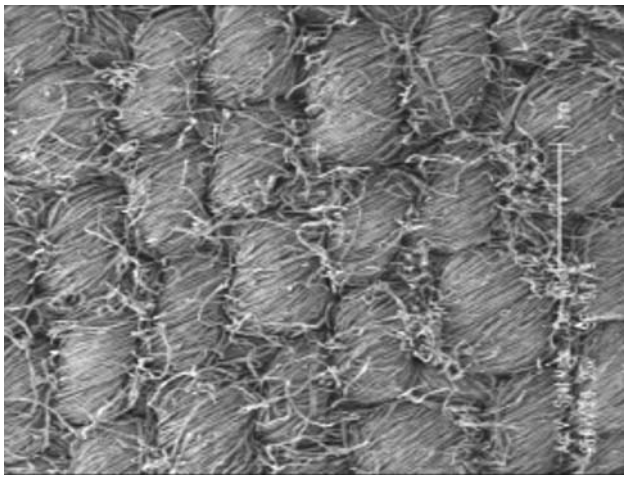
(ب)



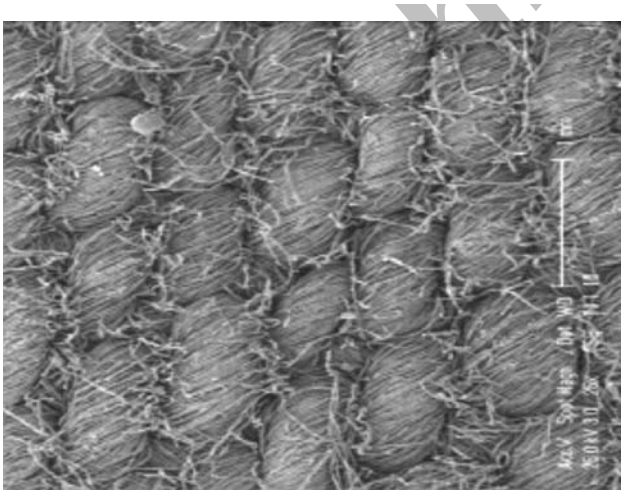
(ج)



(د)



(هـ)

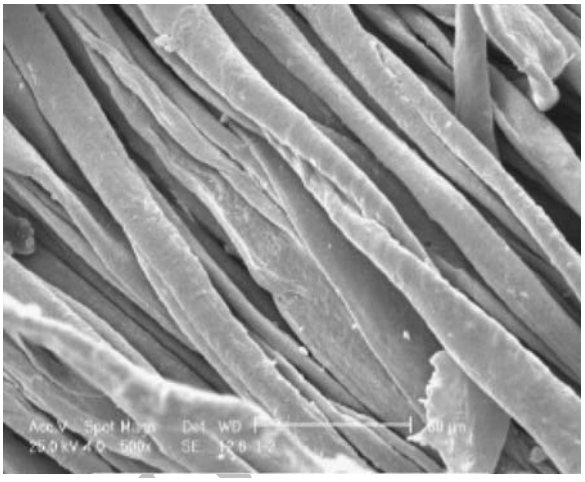


(و)

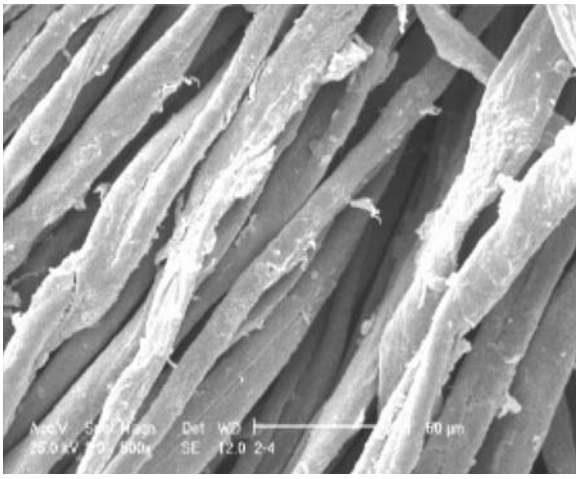
شکل۴ـ تصاویر SEM سطح نمونه‌ها با بزرگ‌نمایی ۲۵x: (الف) آهارگیری شده، (ب) ۶Nc، (ج) ۲Pu، (د) ۶NcPu، (هـ) ۶Ac و (و) ۶AcPu.

www.SID.ir

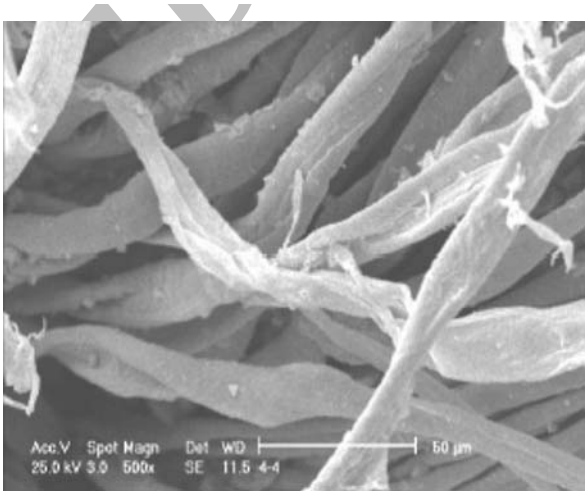
Archive of SID



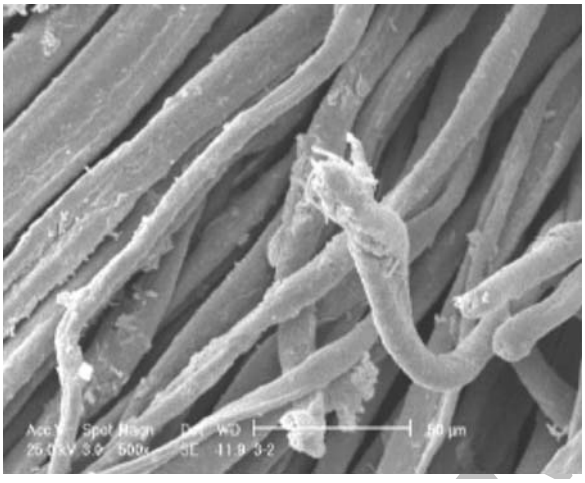
(الف)



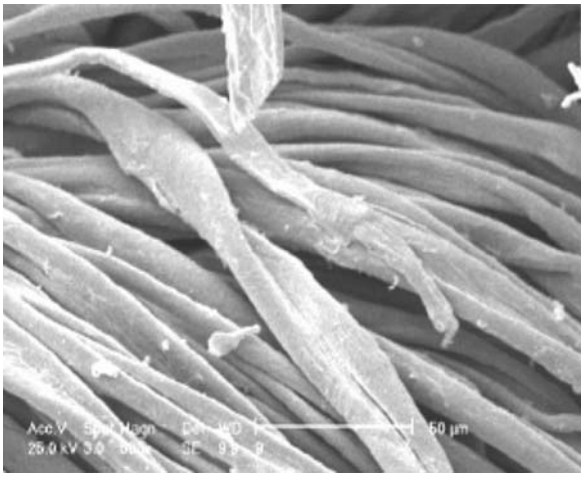
(ب)



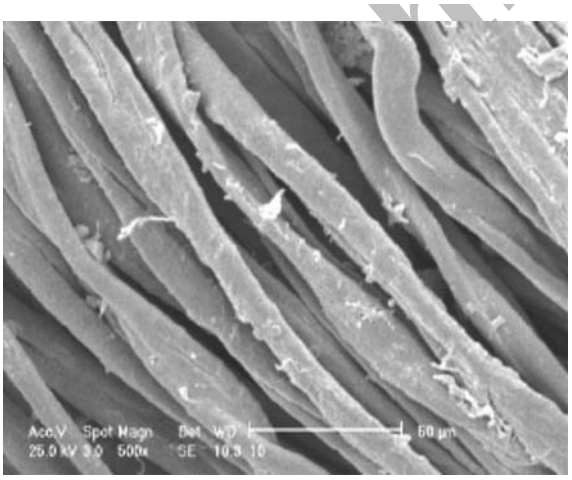
(ج)



(د)



(هـ)



(و)

شکل۵ـ تصاویر SEM سطح الیاف در نمونه های مختلف با بزرگ‌نمایی x ۵۰۰: (الف) آهارگیری شده، (ب) ۶Nc، (ج) ۲Pu، (د) ۶NcPu، (هـ) ۶Ac و (و) ۶AcPu.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت تکمیل سنگ‌شویی جین داشتن اطلاعاتی به منظور تعیین شرایط لازم برای این عملیات با توجه به روش‌های مختلف موجود لازم است. در این تحقیق تلاش شده است تا روش های مختلف موجود به کار گرفته شده و اثر آنها روی جین گزارش و مقایسه شوند.

نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که افزایش مقادیر پوکه معدنی و سلولازها سبب افزایش روشنایی یا کاهش رنگ شده‌اند. در مقایسه روش های مختلف به کار رفته ترتیب افزایش روشنایی عبارت است از:

سلولاز خنثی به همراه پوکه معدنی> سلولاز اسیدی به همراه پوکه معدنی> سلولاز خنثی>سلولاز اسیدی>پوکه معدنی

تغییرات *b که نمایانگر لکه‌گذاری پشت کالاست، نشان می‌دهد که با افزایش میزان پوکه معدنی و سلولازها میزان لکه‌گذاری افزایش یافته است. در مقایسه دو نوع آنزیم مورد استفاده، لکه‌گذاری آنزیم اسیدی کمی بیشتر بوده است.

میزان سفیدی آستر نشانگر میزان لکه‌گذاری روی آن است که مقدار آن با افزایش پوکه و سلولازها کاهش یافته است. همچنین، آنزیم سلولاز خنثی سفیدتر بوده است. به علاوه آنزیم سلولاز اسیدی به گونه‌ای است که قدرت برداشت رنگینه از سطح مولکول سلولوز آن کم است یا چون رنگینه ایندیگو به مولکول سلولاز تمایل دارد و به آن متصل می‌گردد و خود مولکول سلولاز اسیدی نیز به مولکول سلولوز تمایل دارد، بنابراین می‌تواند مانند پل عمل کرده و رنگینه ایندیگو بر سطح آستر جیب باقی می‌ماند.

نتایج XRD نشان می‌دهد که آنزیم سلولاز در مناطق بی‌شکل نفوذ کرده و سبب کاهش این مناطق در لیف سلولوزی شده است.

اندازه‌گیری زاویه بازگشت از چروک نشان می‌دهد که عملیات آنزیمی باعث افزایش چروک‌پذیری کالا شده و همچنین با افزایش آنزیم و پوکه معدنی چروک پذیری کمی افزایش یافته است.

استحکام نمونه‌هایی که با آنزیم سلولاز خنثی و پوکه معدنی عمل‌آوری شده‌اند نسبت به نمونه آهارگیری شده و نمونه عمل‌آوری شده با آنزیم سلولاز خنثی کاهش یافته است.

تصاویر SEM نمونه‌ها نشان می‌دهد که الیاف نمونه‌های عمل آوری شده با آنزیم و پوکه معدنی بیشترین آسیب را متحمل شده‌اند و از طرفی کلیه آسیب‌ها به الیاف سطحی است و الیاف زیرین دچار صدمه نشده‌اند. آزمون سایش نیز نشانگر دوام نمونه در ۱۰۰۰۰ دور سایش بوده و سطح نمونه‌ها آسیب و صدمه ندیده است.

مراجع

1. Jean Fabrics: Specifications and Test Methods ,Iran Standards and Industrial Research, 2194, 2002.
2. Jeans-The Blue Phenomenon,htpp//www.CHT-group./com/now. nsf.
3. Karmakar S.B., *Chemical Technology in the Pre-Treatment Processes of Textiles,* Elsevier, 418-436.
4. Gusakov A., Sinitsyn A., Grishutin S., Tikhomirov D., Shook D. and Scheer D., Emalfarb, Microassays to Control the Results of Cellulase Treatment of Denim Fabrics, *Text. Chemist Colorist, Am. Dyestuff Reporter,* **32**, 42-47, 2000.
5. Gusakov A., Sinitsyn A. and Berlin A., Surface Hydrophobic Amino Acid Residues in Cellulase Molecules as a Structural Factor Responsible for their High Denim-Washing Performance, *Enzyme Microbial Technol.,* **27**, 664-671, 2000.
6. Anish R., Safikur M. and Rao M., Application of Cellulases from an Alkalothermophilic Thermomonospora sp. In Biopolishing of Denim, *Biotechnol. Bioeng.,* **96**, 48-56, 2007.
7. Gusakov A., Sinitsyn A. and Berlin A., Study of Protein Adsorption on Indigo Particles Confirms the Existence of Enzyme-indigo Interaction Sites in Cellulose Molecules, *J. Biotechnol.,* **87**, 83-90, 2001.
8. Lantto R., Sc M. and Miettinen A., Oinonen, Back Staining in Denim Wash Different Cellulases, *Am. Dyestuff Reporter,* **85**, 64-65 and 72, 1996.
9. Sariisik M., Use of Cellulases and their Effect on Denim Fabric Preperties, *Dokuz Eylul University,* 1 Zmir, Turkey, AATCC REVTEV, Jun 2004.
10. Paulo C., Morgado A., Almeida J. and Kilburn L., Indigo Backstaining During Cellulase Washing, *Text. Res. J.,* **68**, 398-401, 1998.
11. Paulo C.A., Cortez J. and Almeida L., The Effect of Cellulase Treatment in Textile Washing Processes, *J. Soc. Dyers Colour,* **113**, 218-222, 1998.
12. Belghith H., Biostoning of Denim by Penicillium Occitanis (Pol6) Cellulase, *J. Biotechnol.,* **89**, 257-262, 2001.
13. Yu J.M., Szeto Y.S., Tao X.M., Chong C.L. and Choy C.L., Surface Morphology of Natural Pumice Stone and its Abrading Effect on Denim Fabrics, *Proceedings of the 4th Asian Textile Conference,* Hong Kong, August 2001.
14. Cullity B.D., *Elements of X-Ray Diffraction,* Addison Wesley, 1978.

www.SID.ir